

KAJIAN PENGGUNAAN XANTHAN GUM PADA ROTI TAWAR NON GLUTEN YANG TERBUAT DARI MAIZENA, TEPUNG BERAS DAN TAPIOKA

Indah Kuswardani¹⁾, Ch. Yayuk Trisnawati¹⁾, Faustine²⁾

¹ Staf Pengajar Tetap Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Unika Widya Mandala Surabaya

² Alumni Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Unika Widya Mandala Surabaya

Abstract

Bread is a cereal-based product, commonly from wheat flour and through the process of mixing, fermentation, and baking steps until the changes in flavor, shape, and chemical composition occur. Wheat flour content gliadin and glutenin that form gluten which can cause an intestine inflammation in patients of celiac diseases. They should avoid to consume gluten so need gluten-free product such as gluten free bread.

The Gluten-free bread made from rice flour, corn starch, and cassava starch with proportion of 74.2% cornstarch, 17.2% rice flour, and 8.6% cassava starch. In general gluten-free white bread has poor capability to retain gas from fermentation, so will has firm crumb, poor loaf and easy to be stahling. This condition can be improved by addition of hydrocolloid such as xanthan gum.

Randomized Block Design (RBD) used in research. The treatment was concentration of xanthan gum 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, and 2.5%. and repeated five times. Observation was done on water content, hardness, compressibility, specific volume, and preference tests for crumb pore, texture (mouthfeel), and moistness. The data were analyzed with Anova $\alpha = 5\%$ and then continued with Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at $\alpha = 5\%$ when the treatment gave significant influence. The best treatment is determined according to the Effectiveness Index.

The result showed that the use of xanthan gum has no effect on the water content of bread, but influence the hardness, compressibility, specific volume, and sensory evaluation of gluten-free white bread made from cornstarch, rice flour, and cassava starch. The higher the concentration of xanthan gum results in higher value of hardness, compressibility, and specific volume of gluten-free bread. The treatment of 2% xanthan gum showed to give the best gluten free bread with 23.89% of water content, 23.8 N of hardness, 98.02% of compressibility, 2.1675 cm³/g of volume specific, and give the best score in preference test.

Key words : gluten-free bread, xanthan gum, cornstarch, rice flour, cassava starch

PENDAHULUAN

Konsumsi roti tawar sebagai pengganti nasi sudah semakin membudaya seiring dengan tuntutan hidup untuk lebih praktis dan menghemat waktu khususnya di masyarakat perkotaan. Komponen terbesar roti adalah tepung terigu. Sampai saat ini Indonesia masih mengimport terigu dan belum dapat memproduksi sendiri, disamping itu kandungan protein pembentuk gluten pada terigu menyebabkan radang usus pada penderita *celiac*

diseases (Eliasson, 1993). Oleh karena itu, pada saat ini perlu dikembangkan produk-produk roti tanpa terigu yang juga merupakan produk pangan alternative bagi konsumen yang alergi terhadap gluten. Permasalahannya roti tawar tanpa gluten memiliki beberapa kelemahan antara lain kemampuan adonan menahan gas sangat rendah, sehingga dihasilkan roti tawar yang mempunyai tekstur *crumb* keras, dan mudah mengalami *stal-ing*. Penelitian yang dilakukan oleh Lopez, *et.al.*

(2004) menunjukkan bahwa penggunaan hanya satu macam tepung dalam pembuatan roti tawar tanpa gluten memberikan hasil yang tidak memuaskan.

Sanchez, *et.al.* (2002) menyatakan bahwa penggunaan tepung maizena, tepung beras, dan tepung tapioka dengan perbandingan 74,2 : 17,2 : 8,6 dapat menghasilkan roti tawar yang dapat diterima namun rasanya namun penampakan yang kurang.

Penggunaan tepung maizena dalam pembuatan roti dapat menghasilkan roti dengan pori-pori *crumb* seragam namun sangat kecil karena tidak dapat menahan tekanan gas. Tepung beras dapat digunakan dalam pembuatan roti tanpa gluten karena memiliki sifat yang mirip dengan tepung terigu dalam hal rasa dan kemampuan penyerapan air. Tepung tapioka mempunyai kandungan amilopektin yang tinggi sehingga memiliki daya ikat air yang baik dan membentuk massa adonan yang kental dengan sifat yang liat, lengket, dan sedikit elastis. Namun dari campuran ketiga bahan tersebut, kemampuan menahan gas secara keseluruhan masih rendah sehingga perlu ditambahkan bahan yang dapat membantu menahan gas, salah satunya adalah gum xanthan. Keuntungan gum xanthan dalam pembuatan roti adalah mampu berinteraksi dengan komponen lain yang ada seperti pati dan protein. Gum xanthan bersifat mengikat air selama pembentukan adonan sehingga saat pemanggangan air yang dibutuhkan untuk gelatinisasi pati tersedia dan gelatinisasi lebih cepat terjadi. Selain itu gum xanthan dapat membentuk lapisan film tipis dengan pati sehingga dapat berfungsi seperti gluten dalam roti. Hasil interaksi tersebut mampu meningkatkan umur simpan, menghasilkan struktur *crumb* yang baik dan mempertahankan kelembaban (Whistler dan Be

Miller, 1993). Jungbunzlauer (1987) menyatakan gum xanthan juga mampu membentuk gel yang dapat mempertahankan kelembaban dan memperbaiki sifat sensoris roti tawar tanpa gluten. Penggunaan gum xanthan pada produk *bakery* pada umumnya berkisar antara 0,1-0,5%. Lopez *et.al.* (2004) menggunakan gum xanthan sebanyak 0,5% dalam pembuatan roti tawar non gluten yang dibuat dari satu macam tepung saja, yaitu tepung beras, maizena, atau tapioka. Namun demikian, konsentrasi penambahan gum xanthan yang sesuai sangat ditentukan oleh formula roti tawar yang digunakan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian penggunaan gum xanthan pada roti non gluten yang terbuat dari kombinasi tepung beras, maizena dan tapioka agar disamping diperoleh produk yang disukai dari segi rasa juga dari segi penampakan dan teksturnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi gum xanthan yang tepat untuk menghasilkan roti tawar tanpa gluten dengan kualitas yang baik dari segi keseragaman pori-pori, *crumb* yang lembut dan tidak mudah terjadi *staling*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Tepung maizena merek Honig, Tepung beras merek Rose Brand, Tepung tapioka merek Gajah Laut, Susu bubuk *full cream* merek Bendera, Gula pasir merek Gulaku, Garam merek Kapal, Margarin merek Simas, Gum xanthan (diperoleh di CV. Tristar Chemical), Telur ayam negeri, Ragi instant merek Fermipan.

Alat-alat yang digunakan untuk proses adalah neraca digital (Sartorius), *mixer* (Bosch), baskom plastik, mangkuk plastik, sendok makan, gelas ukur, kuas, loyang aluminium ukuran 20 cm (p) x 10 cm (l) x 8 cm (t), oven (Nayati).

Alat yang digunakan untuk analisa adalah timbangan analitis (Mettler Toledo), oven (Mettler), desikator, botol timbang, dan *Autograph* (Shimadzu).

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan faktor tunggal yaitu konsentrasi gum xanthan (G): 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5%. Tiap perlakuan diulang sebanyak lima kali.

Pengamatan dilakukan terhadap kadar air (metode gravimetri dalam Sudarmadji, dkk., 1997), kekerasan dengan *Autograph*, kompresibilitas (Smith, 2006 dengan modifikasi), volume spesifik, dan uji kesukaan terhadap :tekstur, keseragaman pori-pori dan *moistness* dengan skoring.

Data analisa yang diperoleh diuji statistic dengan menggunakan analisa varians (ANOVA) pada $\alpha = 5\%$ untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara perlakuan yang diamati tersebut. Apabila hasil uji ANOVA tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji perbandingan dengan uji Beda Jarak Nyata Duncan (*Duncan Multiple Range Test/DMRT*) pada $\alpha = 5\%$. Pemilihan perlakuan terbaik ditetapkan dengan uji pembobotan (De Garmo, 1984).

Adapun formula bahan pembuatan roti tawar tanpa gluten ini terdapat pada Tabel 1. Proses pembuatan roti non gluten tampak pada Gambar 1.

Tabel 1. Formulasi Bahan Roti Tawar Tanpa Gluten**)

No.	Bahan (g)	Konsentrasi Gum Xanthan *)				
		0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%
1	Tepung maizena	185,5	185,5	185,5	185,5	185,5
2	Tepung beras	43	43	43	43	43
3	Tepung tapioka	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
4	Susu bubuk	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5
5	Gula	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
6	Garam	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
7	Margarin	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
8	Gum xanthan	1,25	2,5	3,75	5	6,25
9	Telur	50	50	50	50	50
10	Air	137,5	137,5	137,5	137,5	137,5
11	Ragi	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

*) : % berdasarkan berat total tepung

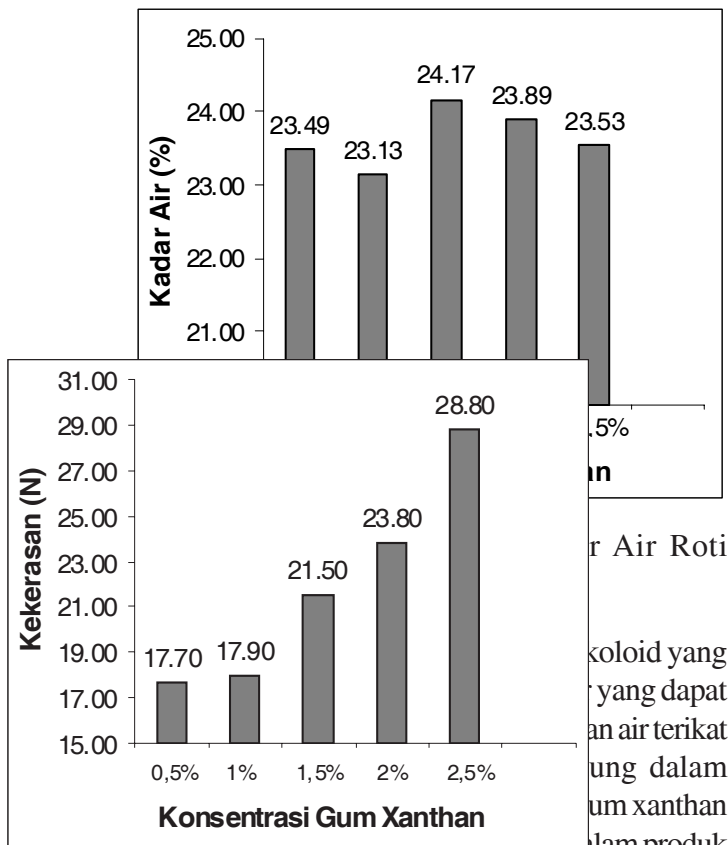
**) Modifikasi Sanchez, *et.al.* (2002)

Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Roti Tawar Tanpa Gluten
Sumber: Halina, *et.al.* (2001) dengan modifikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter yang penting untuk roti tawar karena dapat mempengaruhi kualitas roti tawar selama penyimpanan serta kesan *moist* yang dikehendaki konsumen. Berdasarkan uji statistik, konsentrasi gum xanthan 0,5 % hingga 2,5% tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air roti tawar yang dihasilkan. Grafik rata-rata kadar air roti tawar dapat dilihat pada Gambar 2.



koloid yang dapat mempengaruhi kadar air bebas dalam produk roti. Sika (2006) menyatakan bahwa penggunaan gum xanthan dengan konsentrasi 0,5% - 2,5% pada produk donat tanpa gluten dari tepung tapioka juga tidak mempengaruhi kadar air produk yang dihasilkan.

Kekerasan

Kekerasan adalah besarnya tekanan yang mampu ditahan oleh suatu produk sampai batas maksimum sebelum dapat mengakibatkan produk

retak (Moskowitz, 1987). Kekerasan pada produk roti tawar tanpa gluten ini dapat didefinisikan sebagai besarnya tekanan yang dapat membuat roti sobek menjadi dua bagian. Kekerasan pada produk roti mempengaruhi tekstur roti saat dimakan. Kekerasan produk roti tanpa gluten ini diukur dengan menggunakan *autograph*. Kekerasan roti tawar pada berbagai tingkat konsentrasi gum xanthan berkisar antara 17,7 N hingga 28,8 N. Grafik rata-rata kekerasan roti tawar dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Grafik Rata-rata Kekerasan Roti Tawar Non Gluten

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi gum xanthan yang ditambahkan berpengaruh nyata terhadap kekerasan roti tawar non gluten yang dihasilkan. Gum xanthan mempengaruhi pemerangkapan gas dan pori-pori *crumb* yang terbentuk sehingga ikut mempengaruhi kekerasan produk roti tawar non gluten yang dihasilkan.

Gum xanthan mampu berinteraksi dengan pati membentuk suatu lapisan film yang dapat menggantikan fungsi gluten dalam pemerangkapan gas selama proses fermentasi (Whistler dan Be Miller, 1993).

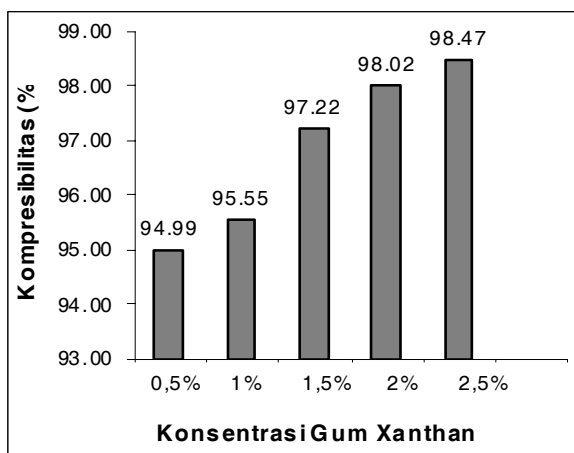
Semakin tinggi konsentrasi gum xanthan yang ditambahkan, maka lapisan film yang terbentuk semakin kokoh dan pemerangkapan gas selama

fermentasi semakin maksimal. Pemerangkapan gas yang maksimal berpengaruh pada pori-pori *crumb* dan pembatas antar pori-pori *crumb* yang akhirnya berpengaruh pada kekerasan roti.

Pati yang tergelatinisasi terdiri dari fase kontinyu (matriks amilosa/amilopektin) dan fase terdispersi (granula pati). Gum xanthan yang ditambahkan pada adonan roti tawar dapat menciptakan interaksi adhesif di antara granula-granula yang tergelatinisasi. Pembentukan film oleh gum xanthan serta interaksi adhesif di antara granula-granula dapat memperkuat matriks amilosa dan amilopektin sehingga meningkatkan kekakuan granula. Peningkatan kekakuan granula ini menyebabkan pori-pori *crumb* yang terbentuk menjadi keras sehingga roti yang dihasilkan ikut keras. Semakin tinggi konsentrasi gum xanthan yang ditambahkan maka pembentukan film dengan amilosa terlarut semakin tinggi yang akan menyebabkan peningkatan kekakuan granula.

Kompresibilitas

Kompresibilitas adalah kemampuan bahan dalam mempertahankan bentuknya terhadap adanya tekanan. Roti tawar yang baik mempunyai kompresibilitas yang tinggi. Kompresibilitas pada produk roti tawar non gluten berkisar antara 94,99% hingga 98,47%. Grafik rata-rata kompresibilitas roti tawar non gluten dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Rata-rata Kompresibilitas Roti Tawar Non Gluten

Uji statistik menunjukkan bahwa tingkat penambahan gum xanthan berpengaruh nyata terhadap kompresibilitas roti tawar non gluten. Semakin besar konsentrasi gum xanthan yang digunakan, kompresibilitas roti tawar semakin tinggi seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel .2. Kompresibilitas Roti Tawar Non Gluten

Perlakuan	Kompresibilitas (%)	Notasi *)
0,5%	94,99	a
1,0%	95,55	b
1,5%	97,22	c
2,0%	98,02	d
2,5%	98,47	d

Keterangan :

*). Perlakuan yang diberi notasi yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada $\alpha = 5\%$

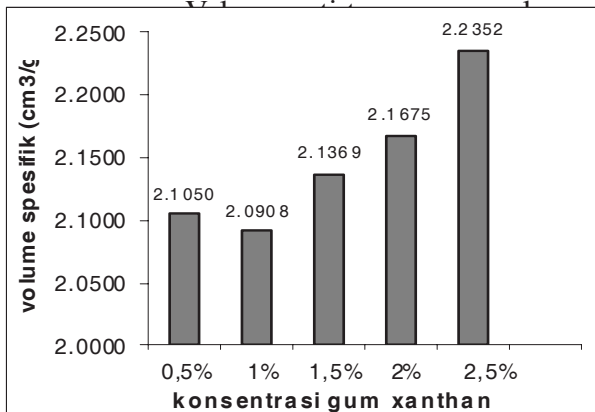
Pada pembuatan roti tawar non gluten, gum xanthan yang ditambahkan dapat membantu pemerangkapan gas sebagaimana gluten. Gum xanthan mampu berinteraksi dengan pati membentuk suatu lapisan film yang dapat memperbaiki tekstur roti tawar tanpa gluten. Penambahan gum xanthan pada adonan roti tawar tanpa gluten dapat memberikan tekstur yang kompak dan kenyal. Semakin tinggi konsentrasi gum xanthan yang ditambahkan, maka lapisan film yang terbentuk semakin kokoh dan tekstur roti yang dihasilkan juga semakin kokoh. Penambahan gum xanthan juga dapat meningkatkan daya regang pada roti. Besarnya daya regang tersebut berpengaruh pada daya tahan terhadap tekanan yang diberikan kepada roti.

Penggunaan gum xanthan dengan konsentrasi 2% dan 2,5% terlihat tidak berbeda nyata. Nilai kompresibilitas yang kecil pada penambahan gum xanthan dengan konsentrasi 0,5%, 1%, dan 1,5% disebabkan karena adanya pori-pori yang besar dan tidak merata pada roti tawar. Pori-pori yang besar dan tidak merata ini menyebabkan

menurunnya kemampuan roti tawar untuk menahan tekanan dan kembali ke keadaan awal. Selain itu, penambahan gum xanthan dengan konsentrasi kecil juga menghasilkan roti dengan struktur yang kurang kompak dan terkesan rapuh sehingga sulit untuk kembali ke keadaan awal setelah diberi tekanan. Penggunaan gum xanthan dengan konsentrasi 2% dan 2,5% memiliki nilai kompresibilitas yang lebih tinggi karena penambahan gum xanthan dengan konsentrasi tersebut menghasilkan roti dengan pori-pori yang seragam dan teksturnya kenyal sehingga kemampuan menahan tekanan lebih tinggi.

Hasil uji kompresibilitas ini sejalan dengan hasil uji kekerasan. Semakin besar konsentrasi gum xanthan yang ditambahkan, struktur roti yang dihasilkan semakin keras dan kompak sehingga nilai kekerasan dan kompresibilitasnya semakin tinggi.

Volume Spesifik



Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh nyata penggunaan konsentrasi gum xanthan terhadap volume spesifik roti tawar. Semakin besar konsentrasi gum xanthan yang digunakan maka semakin besar volume spesifiknya seperti terlihat pada Tabel 3.

Gum xanthan mampu berinteraksi dengan pati membentuk suatu lapisan film yang berfungsi sebagai pengganti gluten dalam pemerangkapan

gas hasil fermentasi. Kekuatan lapisan film ini mempengaruhi kemampuan adonan dalam mempertahankan gas yang terbentuk selama fermentasi. Semakin tinggi konsentrasi gum xanthan yang digunakan, kemampuan mempertahankan gas yang terbentuk selama fermentasi pun semakin meningkat. Semakin tinggi kemampuan mempertahankan gas, maka adonan roti pun dapat semakin mengembang.

Gambar 5. Grafik Rata-rata Volume Spesifik Roti Tawar Non Gluten

Tabel 3. Volume Spesifik Roti Tawar Non Gluten

Perlakuan	Volume spesifik (cm³/g)	Notasi
0,5%	2,1050	a
1,0%	2,0908	a
1,5%	2,1369	b
2,0%	2,1675	c
2,5%	2,2352	d

Keterangan :

*) Perlakuan yang diberi notasi yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada $\alpha = 5\%$

Tingkat Kesukaan terhadap Kenampakan

Uji kesukaan terhadap kenampakan dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap keseragaman pori-pori roti tawar saat dilihat. Hasil uji kesukaan terhadap kenampakan roti tawar berkisar antar 2,18 (tidak suka) hingga 5,49 (agak suka).

Hasil uji statistik terhadap data penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan tingkat kesukaan panelis terhadap kenampakan roti tawar non gluten yang dihasilkan dari berbagai penambahan konsentrasi gum xanthan. Perlakuan penambahan gum xanthan dengan konsentrasi 0,5% mendapat nilai terjelek dan konsentrasi 2% mendapat nilai terbaik seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat Kesukaan terhadap Kenampakan Roti Tawar Non Gluten

Keterangan :

*) Perlakuan yang diberi notasi yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada $\alpha = 5\%$

Penggunaan gum xanthan dengan konsentrasi 0,5% mendapat nilai 2,18 yang berarti panelis tidak menyukai tingkat keseragaman pori-pori roti yang terbentuk. Hal ini dikarenakan penambahan gum xanthan sebanyak 0,5% menghasilkan roti tawar dengan pori-pori yang tidak seragam dan tidak merata. Gum xanthan berperan untuk menggantikan fungsi gluten dalam pemerangkapan gas yang dihasilkan selama fermentasi. Penambahan gum xanthan yang terlalu sedikit mengakibatkan pemerangkapan gas tidak optimal sehingga pori-pori yang dihasilkan tidak seragam dan tidak merata. Semakin besar konsentrasi gum xanthan

yang digunakan, keseragaman pori-pori roti tawar semakin baik dan semakin disukai panelis. Namun, penggunaan gum xanthan dengan konsentrasi 2% lebih disukai daripada konsentrasi 2,5% karena pada konsentrasi 2% pori-pori roti tawar yang terbentuk seragam dan menyerupai kenampakan roti tawar pada umumnya sedangkan pada konsentrasi 2,5% pori-pori roti tawar yang terbentuk terlalu rapat. Hal ini dapat disebabkan penggunaan konsentrasi gum xanthan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terbentuknya lapisan kompleks hasil interaksi gumxanthan dengan pati yang terlalu tebal dan berat sehingga udara atau gas yang dihasilkan selama fermentasi tidak dapat terdistribusi merata diseluruh adonan. Akibatnya diperoleh pori-pori roti yang tidak homogen dan cenderung mempunyai pori-pori yang terlalu rapat.

Tingkat Kesukaan terhadap Tekstur (Mouthfeel)

Hasil uji kesukaan terhadap tekstur menunjukkan bahwa menunjukkan ada perbedaan tingkat kesukaan panelis terhadap kenampakan roti tawar non gluten dengan perbedaan penambahan konsentrasi gum xanthan. Nilai yang diberikan panelis untuk kenampakan roti tawar tanpa gluten ini berkisar antara 2,98 (tidak suka) hingga 5,58 (agak suka) dengan perlakuan penambahan gum xanthan dengan konsentrasi 0,5% mendapat nilai terendah dan konsentrasi 2% mendapat nilai tertinggi seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji DMRT Tingkat Kesukaan Tekstur Roti Tawar Non Gluten

Keterangan :

*) Perlakuan yang diberi notasi yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada $\alpha = 5\%$

Hal ini dikarenakan penambahan gum xanthan sebanyak 0,5% menghasilkan tekstur yang rapuh dan mudah hancur saat dikunyah. Semakin besar konsentrasi gum xanthan yang ditambahkan menyebabkan tekstur roti tawar tanpa gluten yang dihasilkan semakin kompak dan terasa kenyal dan semakin menyerupai roti tawar biasa sehingga semakin disukai oleh panelis. Penggunaan gum xanthan dengan konsentrasi 2% lebih disukai oleh panelis daripada penggunaan gum xanthan dengan konsentrasi 2,5% karena pada tingkat konsentrasi gum xanthan sebesar 2,5% tekstur roti tawar tanpa gluten terasa terlalu kenyal.

Tingkat Kesukaan terhadap Moistness

Pada uji kesukaan *moistness*, panelis diminta untuk menilai rasa basah pada roti saat di mulut. Tingkat kesukaan panelis pada *moistness* roti tawar non gluten berkisar antara 3,06 (agak tidak suka) hingga 5,60 (agak suka).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
0,5%	3,06	0,0105
1,0%	3,88	0,3675b
1,5%	3,90	0,5884b
2,0%	4,49	1,1842c
2,5%	5,60	1,1449c

Penambahan gum xanthan pada konsentrasi 0,5% hingga 2,5% tidak berpengaruh nyata pada kadar air namun berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan panelis terhadap *moistness* (*mouthfeel*) roti yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan, kesan basah pada roti tawar saat di mulut tidak hanya dipengaruhi oleh kadar air roti melainkan juga dipengaruhi kelembutan tekstur roti saat di mulut. Gum xanthan mampu berinteraksi dengan komponen lain yang ada seperti pati dan protein. Gum xanthan bersifat mengikat air selama pembentukan adonan sehingga saat pemanggangan air yang dibutuhkan untuk gelatinisasi pati tersedia dan gelatinisasi lebih cepat terjadi. Dengan semakin tingginya konsentrasi gum

xanthan yang digunakan akan meningkatkan air yang terikat dalam jaringan dan hal ini meningkatkan kesan *moist* saat roti dikonsumsi.

Tabel 6. Tingkat Kesukaan terhadap *Moistness* Roti Tawar Non Gluten

Keterangan :

*) Perlakuan yang diberi notasi yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada $\alpha = 5\%$

Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik pada pembuatan roti tawar non gluten dilakukan dengan uji pembobotan berdasarkan parameter: kadar air, kekerasan, kompresibilitas, volume spesifik, dan kesukaan panelis terhadap kenampakan, tekstur, dan *moistness* roti tawar non gluten. Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan 2% mendapatkan nilai yang tertinggi sehingga penambahan gum xanthan dengan konsentrasi 2% dipilih sebagai perlakuan terbaik.

Tabel 7. Nilai Uji Efektivitas

KESIMPULAN

Semakin besar konsentrasi gum xanthan yang digunakan akan semakin besar pula tingkat kekerasan, kompresibilitas, dan volume spesifiknya, tetapi konsentrasi gum xanthan yang digunakan tidak berpengaruh pada kadar air roti.

Penggunaan gum xanthan dengan konsentrasi 2% memberikan hasil terbaik dengan kadar air 23,89%, kekerasan 23,8 N, kompresibilitas 98,02%, volume spesifik 2,1675 cm³/g, dan sifat organoleptik yang paling disukai oleh panelis.

DAFTAR PUSTAKA

- Charley, H. 1982. *Food Science*. New York: John Wiley and Sons.
- Considine, D. M. dan G. D. Considine. 1982. *Food and Food Production Encyclopedia*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- DeGarmo, E. P., W. G. Sullivan dan J. R. Canada. 1984. *Engineering Economy* (7th edition). New York: MacMillan Publishing Company.
- Desroisier, N. W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan* (M. Muljohardjo, penerjemah). Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1996. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Eliasson, A. C. dan K. Larsson. 1993. *Cereals in Breadmaking : A Molecular Colloidal Approach*. New York: Marcell Dekker.
- Fennema, O. R. 1976. *Principle of Food Science Part 1: Food Chemistry*. New York: Marcell Dekker, Inc.
- Gisslen, W. 1994. *Professional Baking*. New York: John Wiley and Sons.
- Halina, G., A. Nowotna, R. Ziobro, D. Gumul, dan M. Sikora. 2001. *The Effect of Use of Guar Gum with Pectin Mixture in Gluten-Free Bread*. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology, Vol. 4(1), 1-23. <http://www.ejpau.media.pl/series/volume4/issue2/food/art-09.html>. 13/02/2006.
- Hui, Y. H. 1992. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Ihekoronye, A. I. 1985. *Integrated Food Science and Technology for Tropics*. London: McMillan Publisher, Ltd.
- Inglett, G. E. 1970. *Corn: Culture, Processing Product, Mayor Feed and Food Crops in Agriculture and Food Series*. Westport: The AVI Publishing Company, Inc.
- Kent, N. L. 1983. *Technology of Cereal*. 3rd edition. Sidney: Pergamon Press.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Lemak dan Minyak Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Lopez, A. C. B., A. J. G. Pereira, dan R. G. Junquera. 2004. *Flour Mixture of Rice Flour, Corn and Cassava Starch in the Production of Gluten-Free White Bread*. Brazilian Archives of Biology and Technology, Vol. 47(1): 66-70.
- Meyer, L. H. 1971. *Food Chemistry*. New York: Reinhold Publishing Co.
- Moskowitz, H. R. 1987. *Food Texture : Instrumental and Sensory Measurement*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Pomeranz, Y. dan Shellenberger. 1971. *Bread Science and Technology*. Westport: The AVI Publishing Company, Inc.
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. *Mutu dan Cara Uji Margarin*. SNI 01-3541-1994. Jakarta: Departemen Perindustrian.
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. *Mutu dan Cara Uji Tepung Tapioka*. SNI 01-3451-1994. Jakarta: Departemen Perindustrian.
- Sanchez, H. D., C. A. Osella, dan M. A. De La Torre. 2002. *Optimization of Gluten-Free Bread Prepared from Cornstarch, Rice Flour, and Cassava Starch*. Journal of Food Science. Vol.67(1): 416-419.

- Sika, E. Y. 2006. *Pengaruh Penambahan Gum Xanthan terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Gluten-Free Doughnuts dari Tepung Tapioka*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya.
- Smith. 2006. North Dakota Agricultural Research. <http://www.aq.ndsu.nodak.edu/ndagres/fall98/ar31198.htm>.
- Stadelman, W. J. dan O. J. Cotterill. 1990. *Egg Science and Technology* (3rd edition). New York: Food Product Press.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi, 1996. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Whistler, R. L. dan J. N. Be Miller. 1993. *Industrial Gum : Polysaccharides and Their Derivatives*. New York: Academic Press.